

ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ

ОРГАНИЗАЦИЯ ПАССАЖИРСКОГО ДВИЖЕНИЯ В Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ С ПОМОЩЬЮ СТРУННОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ



Гомель 1997

Автор: А.Э.Юницкий



А.Э.Юницкий - автор более 80 изобретений, в том числе и принципиальной схемы СТС, 22 из которых использованы в строительстве, машиностроении, электронной и химической промышленности, научных исследованиях в Республике Беларусь, Российской Федерации и других странах СНГ.

© А.Э.Юницкий, 1997

© Компьютерный набор и оформление - Д.А.Юницкий, 1997

Содержание

1. Принципиальная схема СТС	4
2. Схема транспортных линий СТС	4
3. Путьевая структура	6
3.1. Поддерживающий трос	8
3.2. Рельс-струна	10
3.3. Поддерживающая конструкция	10
3.4. Жёсткость путевой структуры	12
4. Опоры	14
5. Экипаж	15
6. Станции	15
7. Организация движения пассажиров	16
7.1. Посадка и высадка пассажиров	16
7.2. Движение по линии	17
7.3. Пропускная способность	18
7.4. Время в пути	18
8. Безопасность	19
8.1. Безопасность на станциях	19
8.2. Электробезопасность транспортной линии	19
8.3. Безопасность движения на линии	19
8.4. Защита от падения элементов конструкции экипажей на город	20
8.5. Безопасность конструкции СТС	20
9. Эстетическое восприятие	21
10. Техничко-экономические показатели	21
11. Преимущества использования транспортной системы СТС в городе Санкт-Петербург	25

ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ
по организации пассажирского движения
в г. Санкт-Петербурге
с помощью струнной транспортной системы

1. Принципиальная схема СТС

Струнная транспортная система (СТС) представляет собой струнный рельсовый путь (СРП), по которому осуществляют движение электрические колесные экипажи. Отличительной особенностью СРП являются струны, находящиеся в теле рельса и натянутые до суммарного усилия 100...500 тс на один рельс. Струны размещены в рельсе с прогибом, увеличивающимся к середине пролета и уменьшающимся к опорам. Благодаря этому головка рельса, по которой движется колесо экипажа, в статическом состоянии не имеет прогибов и стыков по всей своей длине. Имея очень высокую ровность и жесткость рельсового пути, СТС позволяет достичь скоростей движения в 500...600 км/час и выше.

Более подробно конструктивные, технологические и иные особенности СТС описаны в монографии [1].

2. Схема транспортных линий СТС

Вариант размещения транспортных линий СТС в Санкт-Петербурге показан на рис. 1.

В перспективе предлагается построить 7 прямых линий СТС через центральную станцию, размещенную в районе Витебского вокзала. Учитывая историческую ценность и высокую плотность застройки в городе движение пассажирского транспорта в СТС по принципу маршрутного такси будет осуществляться на высоте 50...100 метров над поверхностью земли. При длине пролетов 200...1000 метров и поперечном размере поддерживающих опор в пределах 10 метров на любой прямой линии, проведенной через город, найдется незастроенное пятно для размещения опоры. Поэтому транспортная система СТС может быть построена без сноса и реконструкции существующих зданий и сооружений в городе.

Для пояснения схемы организации движения город разбит на две части (северная и южная), а станциям присвоены соответствующие номера. Движение до любой станции осуществляется через центральную станцию, где происходит переключение движения экипажа на соответствующую северную или южную ветку транспортной линии, на которой находится станция назначения.

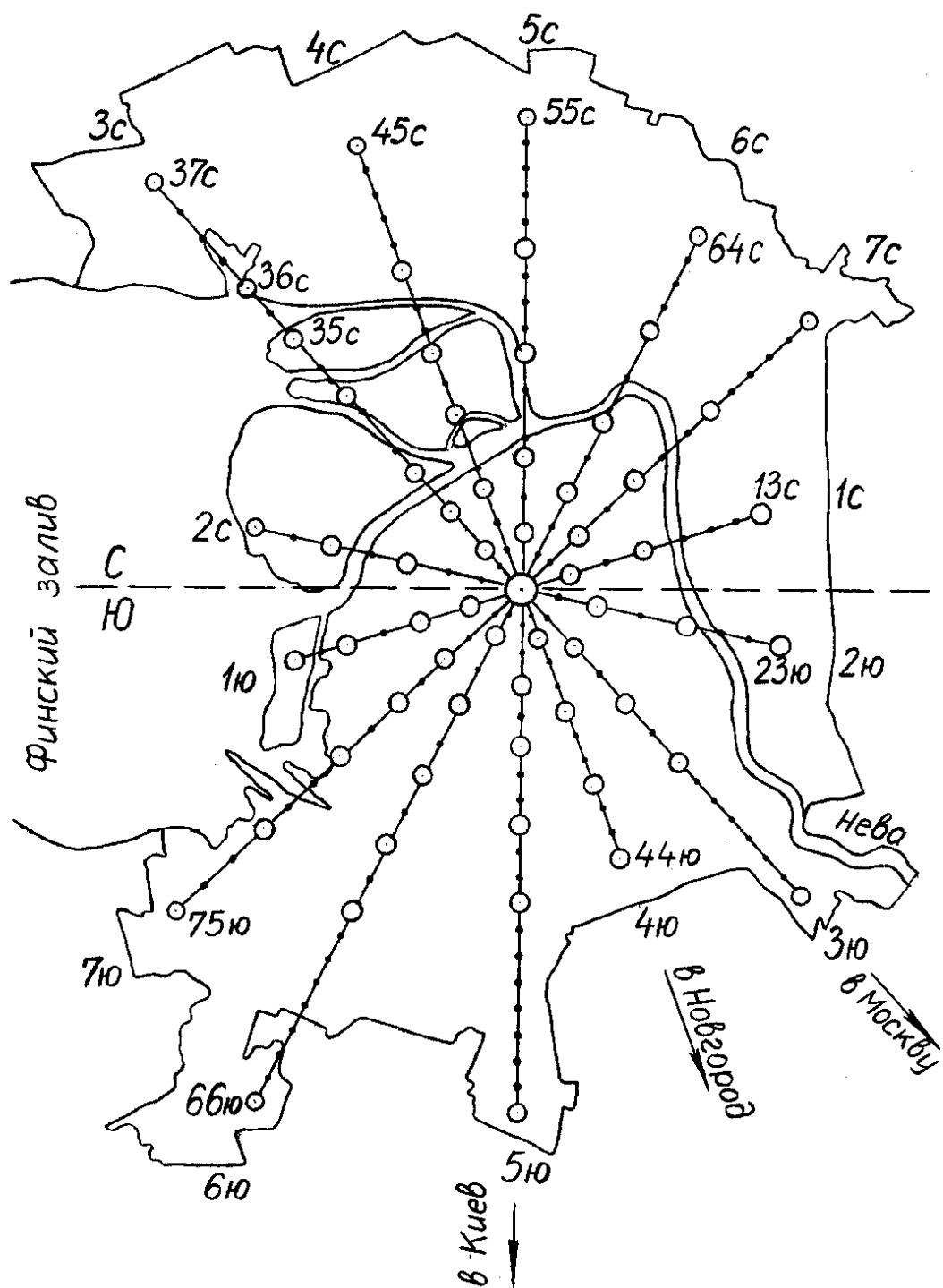


Рис. 1. Схема линий СТС в г.Санкт-Петербурге:

- — Станция;
- — Поддерживающие опоры;
- ☀ — Центральная станция (район Витебского вокзала); 3с — трелья линия, северная ветка; 37с — седьмая станция (от центральной станции) на линии 3с.

3. Путьевая структура

В зависимости от длины пролета путьевая структура СТС подразделяется на три характерных типа: А - с нижним поддерживающим тросом (рис. 2); Б - с нижним поддерживающим тросом и вантами (рис. 3); и В - с поддерживающим тросом, имеющим параболический прогиб и размещенным сверху (рис. 4).

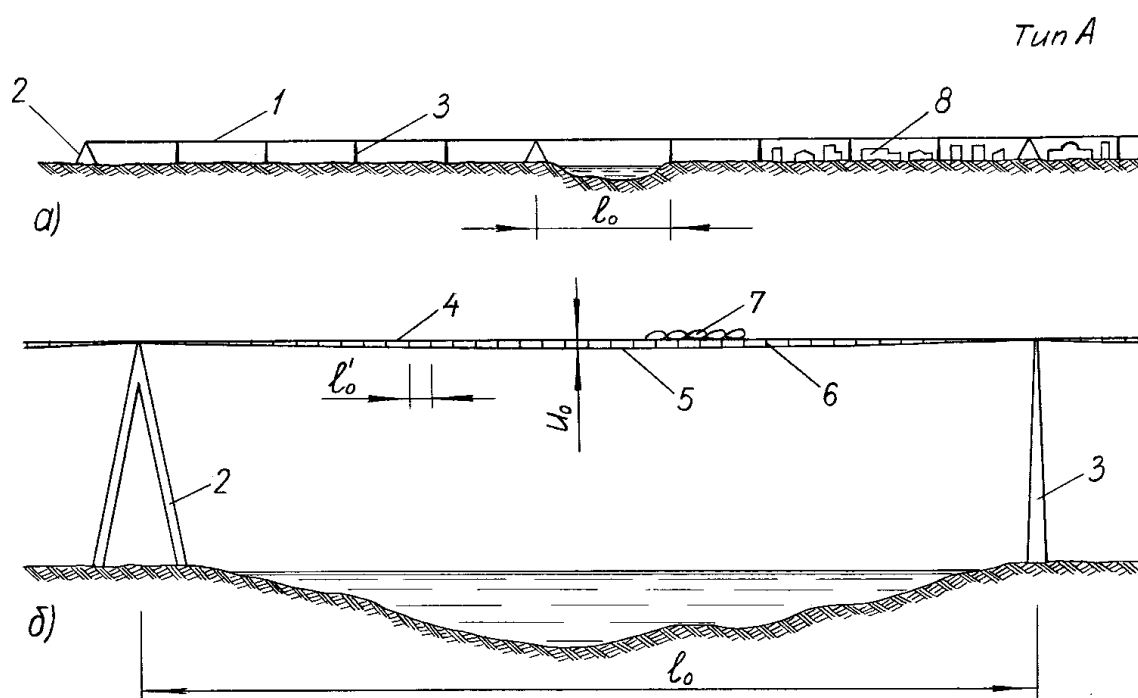


Рис 2. Продольный профиль трассы СТС типа А:

1 – путьевая структура; 2 – анкерная опора-станция; 3 – промежуточная опора; 4 – рельс-струна; 5 – нижний поддерживающий трос; 6 – поддерживающая конструкция; 7 – подвижной состав; 8 – городская застройка.

Длина пролета l_{np} составляет: для СТС типа А - 100...250 метров, типа Б - 150...750 метров, типа В - 500...1000 метров. Поддерживающие тросы при этом имеют пролет l_0 соответственно: для типа А - 100...250 метров, типа Б - 50...250 метров, типа В - 500...1000 метров, а рельсовый путь - пролет l_0 , равный 10 метров (для типов А и Б) и 25 метров (для типа В).

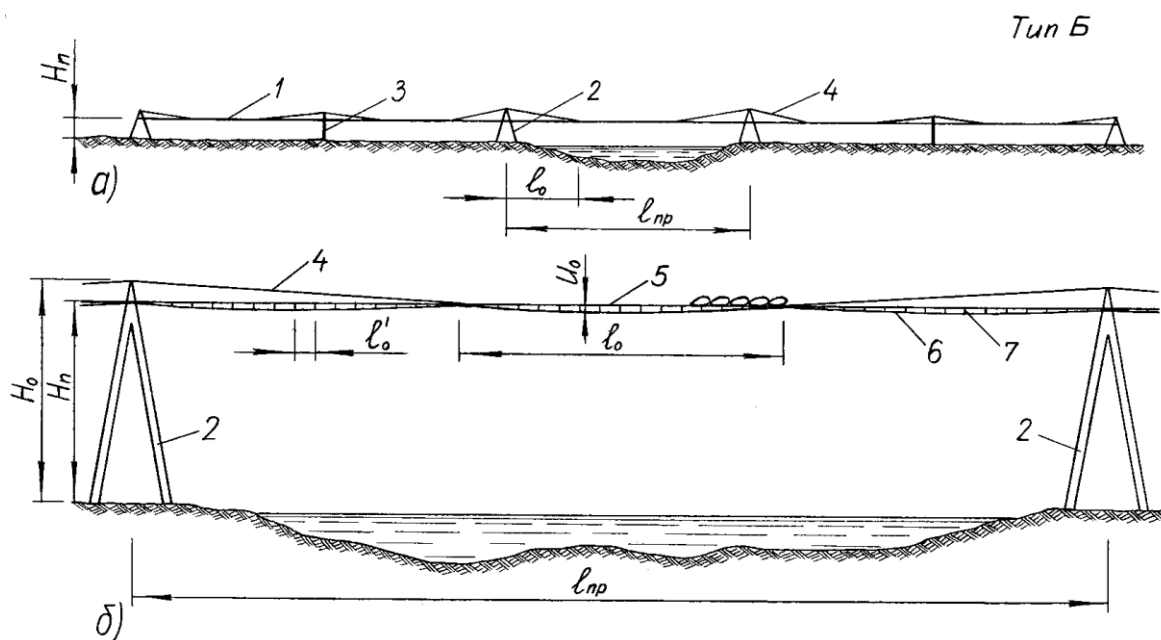


Рис. 3. Продольный профиль трассы СТС типа Б:

1 – путевая структура; 2 – анкерная опора-станция; 3 – промежуточная опора; 4 – ванты; 5 – рельс-струна; 6 – нижний поддерживающий трос; 7 – поддерживающая конструкция.

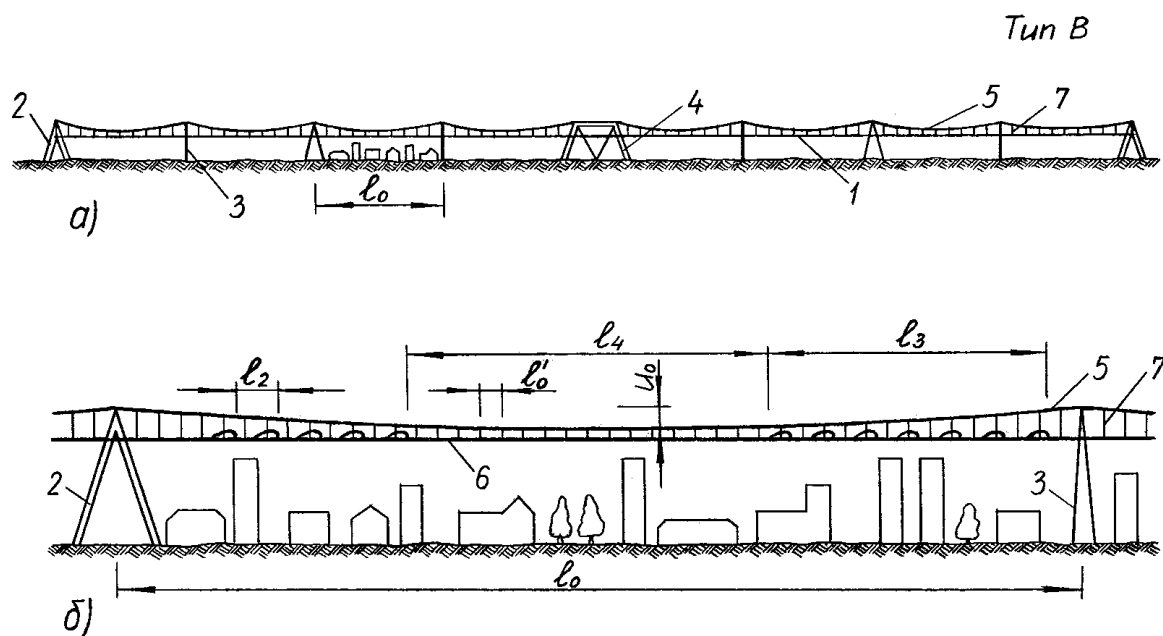


Рис. 4. Продольный профиль трассы СТС типа В:

1 – путевая структура; 2 – анкерная опора-станция; 3 – поддерживающая опора; 4 – центральная станция; 5 – верхний поддерживающий трос; 6 – рельс-струна; 7 – прдвеска.

3.1. Поддерживающий трос

Поддерживающий трос набран из проволок диаметром 3...5 мм, изготовленных из высокопрочной стали, имеющей прочность на разрыв 10000...15000 кгс/см². Проволоки помещены в защитный кожух, имеющий гидроизоляцию. Свободный объем троса заполнен антикоррозионным наполнителем. В типе А и Б СТС (рис. 2 и 3) каждый нижний поддерживающий трос натянут до усилия 800 тс и набран из 400 стальных проволок диаметром 5 мм (рис. 5).

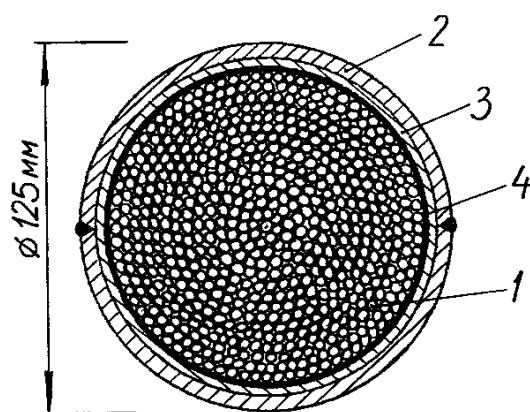


Рис. 5. Конструкция нижнего поддерживающего троса:
1 – стальная проволока; 2 – корпус; 3 – защитная оболочка; 4 – гидроизоляция.

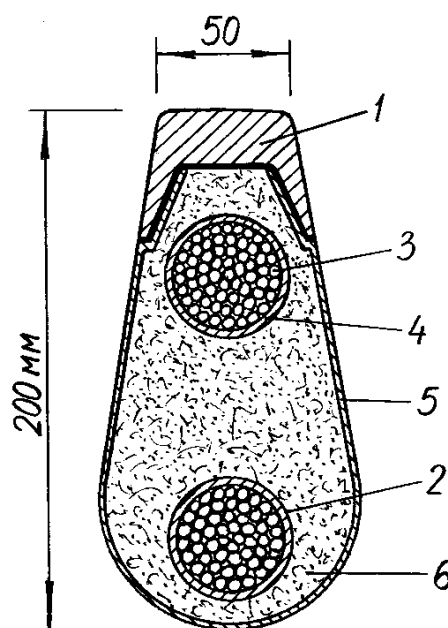


Рис. 6. Конструкция рельса-струны:
1 – головка; 2 – струна; 3 – стальная проволока; 4 – защитная оболочка струны; 5 – корпус; 6 – наполнитель.

Путевая структура имеет два троса, по одному под каждым рельсом (рис.7). В типе В (рис.4) СРП подвешен к одному тросу, натянутому до усилия 1900 тс и набранному из 950 стальных проволок диаметром 5 мм, сгруппированных в 19 струн (рис.8). Каждый трос жестко прикреплен к анкерной опоре, совмещенной со станцией.

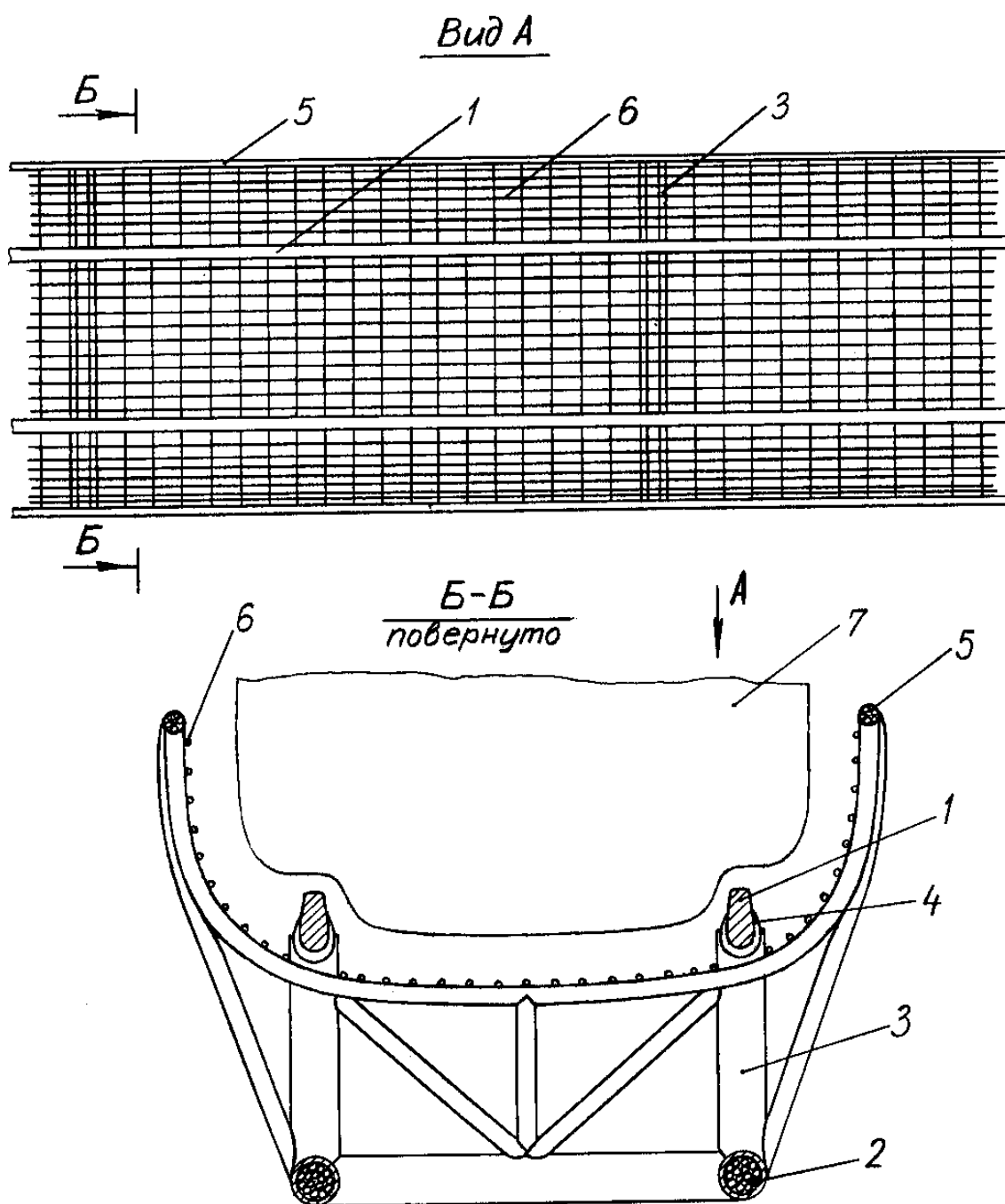


Рис. 7. Путьевая структура СТС типа А:

1 – рельс-струна; 2 – нижний поддерживающий трос; 3 – поддерживающая конструкция; 4 – электроизолятор; 5 – ограждение; 6 – сетка; 7 – экипаж.

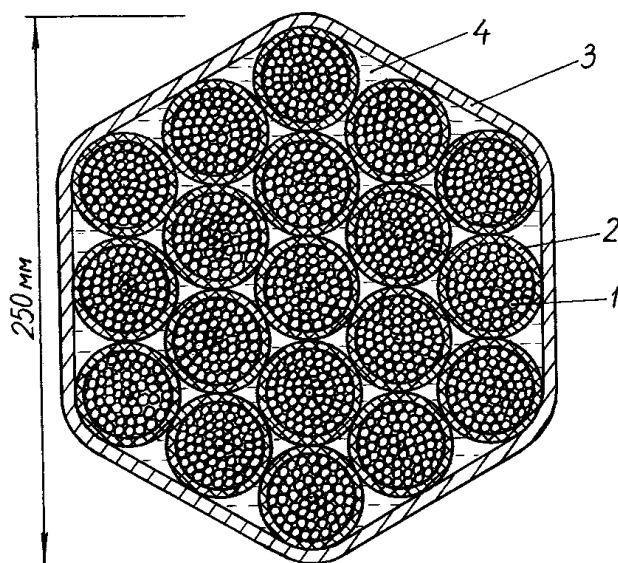


Рис. 8. Конструкция верхнего поддерживающего троса:
1 – стальная проволока; 2 – защитная оболочка; 3 – корпус; 4 – защитная (антикоррозийная) среда.

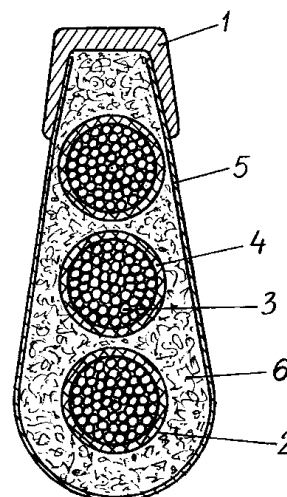


Рис. 9. Конструкция рельса-струны:
1 – головка; 2 – струна; 3 – стальная проволока; 4 – защитная оболочка струны; 5 – корпус; 6 – наполнитель.

3.2. Рельс-струна

Конструкция рельса-струны представлена на рис. 6 (для СТС типа А и Б) и рис. 9 (для типа В). Головка рельса является токонесущей и электроизолирована от поддерживающей конструкции и опор. Каждый рельс имеет две (для типа А и Б) или три (для типа В) струны, каждая из которых натянута до усилия 100 тс. Струны жестко закреплены в анкерных опорах-станциях.

Более подробно конструкция рельса описана в монографии [1].

3.3. Поддерживающая конструкция

Поддерживающая конструкция представляет собой либо раму, если поддерживающий трос размещен под рельсом (рис.7), либо балку, подвешенную к тросу (рис.10). Для повышения безопасности движения путевая структура имеет защитную сетку, либо кольцевую (рис.10), либо корытообразную (рис.7). Поддерживающая конструкция устанавливается с шагом l_0 , равным 10 метрам (для СТС типа А и Б) и 25 метрам (для типа В). Это расстояние является расчетным пролетом для рельса-струны и будет определять его статические и динамические прогибы и амплитуду колебаний при движении экипажей.

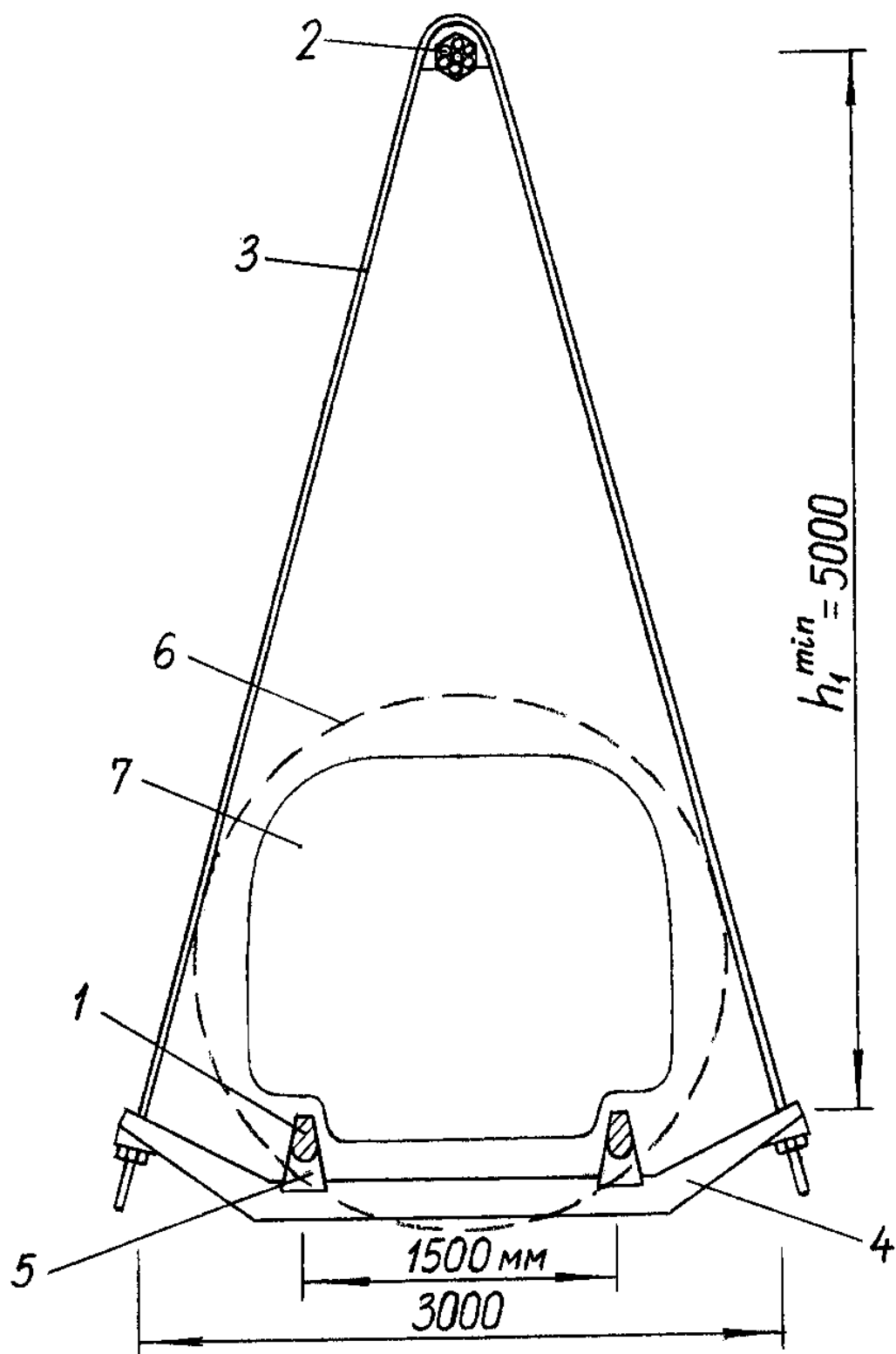


Рис. 10. Путевая структура СТС типа В:
 1 – рельс-струна; 2 – верхний поддерживающий трос; 3 – подвеска; 4 – поперечная балка; 5 – электроизолятор; 6 – защитная сетка; 7 – экипаж.

3.4. Жесткость путевой структуры

Путевая структура имеет невысокую материалоемкость (300...500 кг/м) и в то же время - высокие усилия натяжения струнных и тросовых элементов, достигающих суммарного значения 2500 тс. Поэтому она характеризуется малыми прогибами элементов конструкции как под действием собственного веса, так и движущихся экипажей. Усилия натяжения, расчетные нагрузки и прогибы представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Значения прогибов элементов путевой структуры однопутной СТС

Элемент конструкции, для которого рассчитывается прогиб	Расчётная нагрузка, кгс/м		Расчётное усилие натяжения, тс, при прогибе под действием		Прогиб элемента конструкции			
	от веса конструкции	от веса экипажей	веса конструкции	веса экипажа	от веса конструкции		от веса экипажей	
					абсолютный прогиб, м	относительный прогиб	абсолютный прогиб, м	относительный прогиб
1. Верхний поддерживающий трос для пролёта:								
500 м	380	25	1900	2500	6,25	1/80	0,31	1/1600
750 м	380	15	1900	2500	14,1	1/54	0,42	1/1780
1000 м	380	12,5	1900	2500	25,0	1/40	0,625	1/1600
2. Нижний поддерживающий трос для пролёта:								
100 м	360	125	1600	2200	0,28	1/360	0,07	1/1430
150 м	360	80	1600	2200	0,63	1/240	0,10	1/1500
200 м	360	60	1600	2200	1,12	1/180	0,14	1/1430
250 м	360	50	1600	2200	1,75	1/140	0,18	1/1390
3. Струны в рельсе, для пролёта:								
10 м	120	250	400	400	0,004	1/2500	0,008	1/1250
25 м	130	100	600	600	0,017	1/1470	0,013	1/1920

Наибольшая статическая стрела прогиба у поддерживающего троса СТС типа В, $U_o/l_o=1/40$ при пролете 1000 метров. Наименьшая стрела прогиба у нижнего поддерживающего троса, $U_o/l_o=1/360$ при пролете 100 метров. Указанные прогибы будут характеризовать строительную высоту пролетов СТС, их ажурность и эстетическое восприятие. В любом случае конструкция СТС будет значительно ажурнее мостовых сооружений, путепроводов, виадуков и других подобных сооружений на автомобильных и железных дорогах. Для наблюдателя, находящегося на поверхности земли, пролеты СТС будут ажурнее, чем контактные провода и их подвеска на троллейбусных линиях.

Стационарные прогибы, незаметные стороннему наблюдателю, - у струн рельса. Их относительный прогиб $U_o/l'o=1/2500...1/1470$, а абсолютный - 0,4...1,7 см. Такой прогиб размещается внутри рельса высотой 15...20 см.

В любом случае, описанные прогибы являются строительными и не влияют на ровность головки рельса, которая в ненагруженном состоянии является очень прямолинейной. Криволинейность пути в вертикальной плоскости появится при движении подвижной нагрузки, а в горизонтальной плоскости - под действием ветра как на конструкцию СТС, так и на движущиеся экипажи. Статические прогибы под действием веса подвижного состава будут в пределах: 1/1800...1/1400 для пролетных строений и 1/1900...1/1250 для рельса.

Динамические прогибы конструкции будут ниже указанных значений в 2...3 раза. Приведенные цифры свидетельствуют о том, что СТС является более жесткой конструкцией (по отношению к подвижному составу), чем рельсовый железнодорожный путь, мосты и путепроводы на железных и автомобильных дорогах, относительный прогиб которых под действием расчетных нагрузок выше.

Учитывая низкую парусность конструкции СТС и экипажей, относительный прогиб пролетных строений под действием бокового ветра, имеющего скорость 100 км/час, составит величину 1/10000...1/2000, что не отразится на функционировании транспортных линий.

На ровность пути будет также влиять образование льда на поверхности элементов конструкции СТС. Однако, учитывая их малые поперечные размеры, обтекаемость, наличие высокочастотных и низкочастотных колебаний и др. факторов, затрудняющих образование наледи, ее можно вообще избежать. В наиболее опасные зимние периоды времени по трассе периодически будут проходить специальные модули, оснащенные, например, газотурбинными двигателями, которые горячей струей воздуха будут растапливать

образовавшуюся пленку льда, и та упадет на город в виде капелек дождя.

4. Опоры

Несущая конструкция опор (рис. 11) подразделяется на два характерных типа:

а) анкерные опоры, которые воспринимают горизонтальные усилия от струнных и тросовых элементов СТС;

б) поддерживающие опоры, воспринимающие только вертикальную нагрузку от веса СТС.

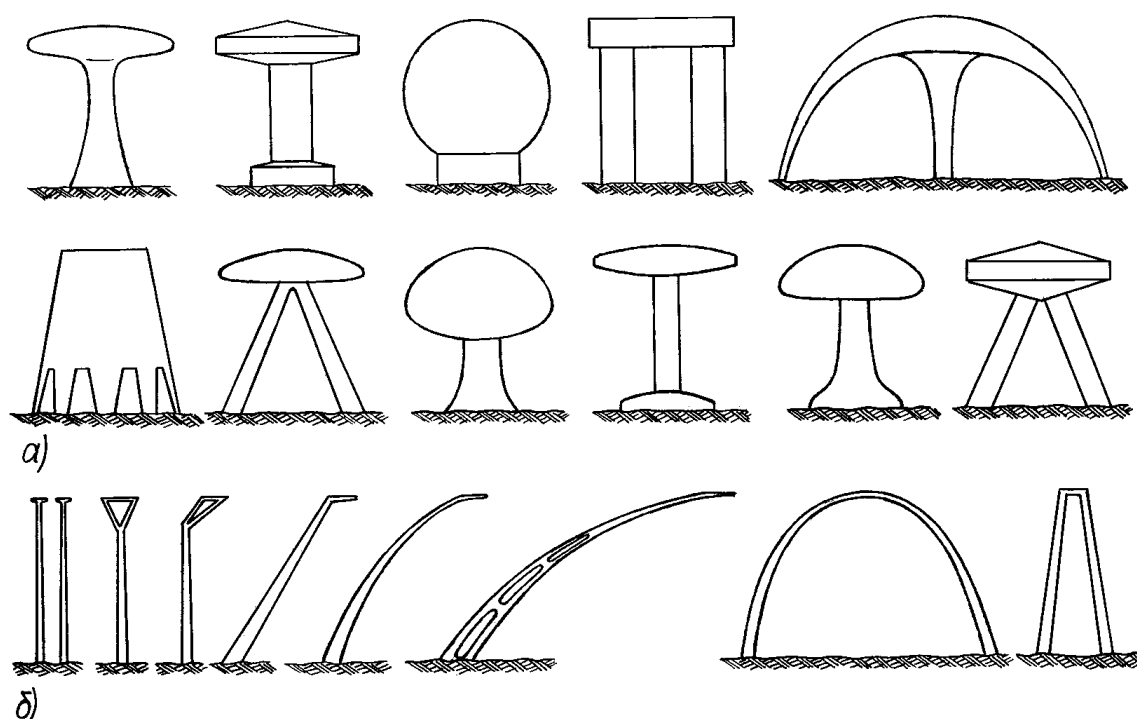


Рис. 11. Несущая конструкция опор СТС:

- а) анкерные опоры, совмещённые с надземными станциями;
 б) промежуточные (поддерживающие) опоры двухпутной СТС.

Анкерные опоры размещены с шагом 1...5 км, поддерживающие опоры - 0,1...1 км. Максимальные горизонтальные нагрузки испытывают концевые анкерные опоры - до 2500 тс.

Минимальные вертикальные нагрузки на поддерживающую опору (рис.12) 50 тс (при пролете 100 метров), максимальные - 400 тс (при пролете 1000 метров). Анкерные опоры целесообразно совместить со станциями.

5. Экипаж

Вместимость экипажа 5...11 человек или 0,5...1 тонн груза, мощность двигателя - 50 кВт. Это позволит достигать скорости движения 200...250 км/час. Экипаж рассчитан на работу по принципу такси - без остановок от станции посадки до станции назначения. Запитка электрической энергией осуществляется через колеса, которые контактируют с токонесущими головками рельса (левой и правой). Экипаж не имеет водителя, он управляется бортовым компьютером, который в свою очередь управляется и контролируется линейными и центральными компьютерами.

Более подробно экипаж описан в монографии [1].

6. Станции

По типу размещения станции подразделяются на: а) подземные; б) наземные (рис. 12), в) надземные (рис. 13), а по организации посадки и высадки пассажиров на: а) стационарные с неподвижным перроном; б) кольцевые с подвижным вращающимся перроном (рис.12). Подъем пассажиров на высоту путевой структуры СТС осуществляется либо в экипаже (рис. 13), либо с помощью эскалатора или лифта (рис. 12б), размещенных в теле опор-станций.

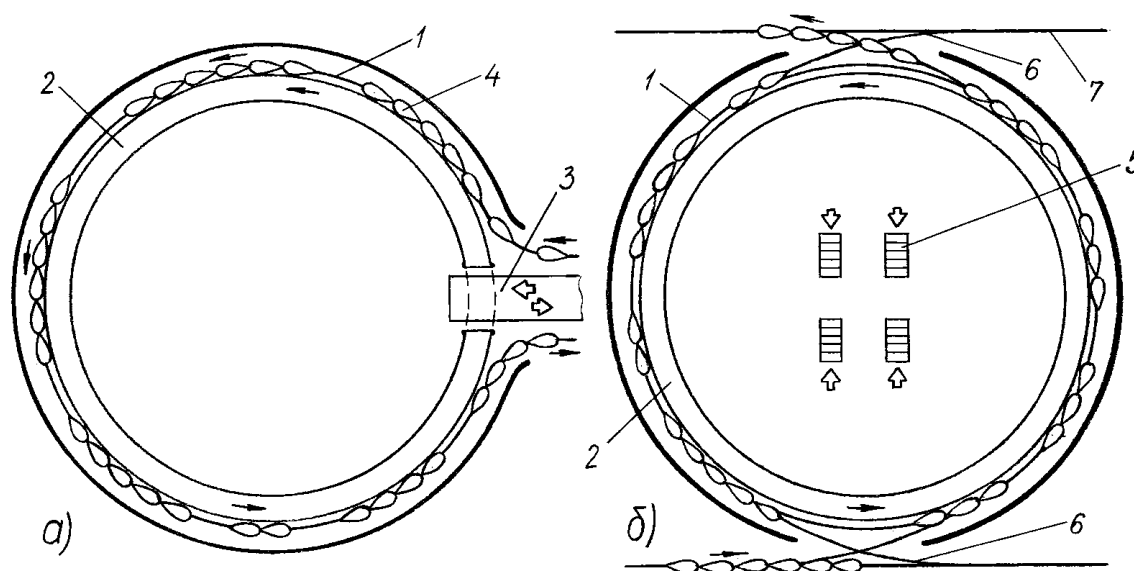


Рис. 12. Кольцевой вокзал СТС:

а) – подземный; б) – подземный; 1 – кольцевой рельсовый путь; 2 – кольцевой подвижной перрон; 3 – пешеходная дорожка; 4 – экипаж; 5 – эскалатор (лифт); 6 – стрелочный перевод; 7 – путевая структура СТС.

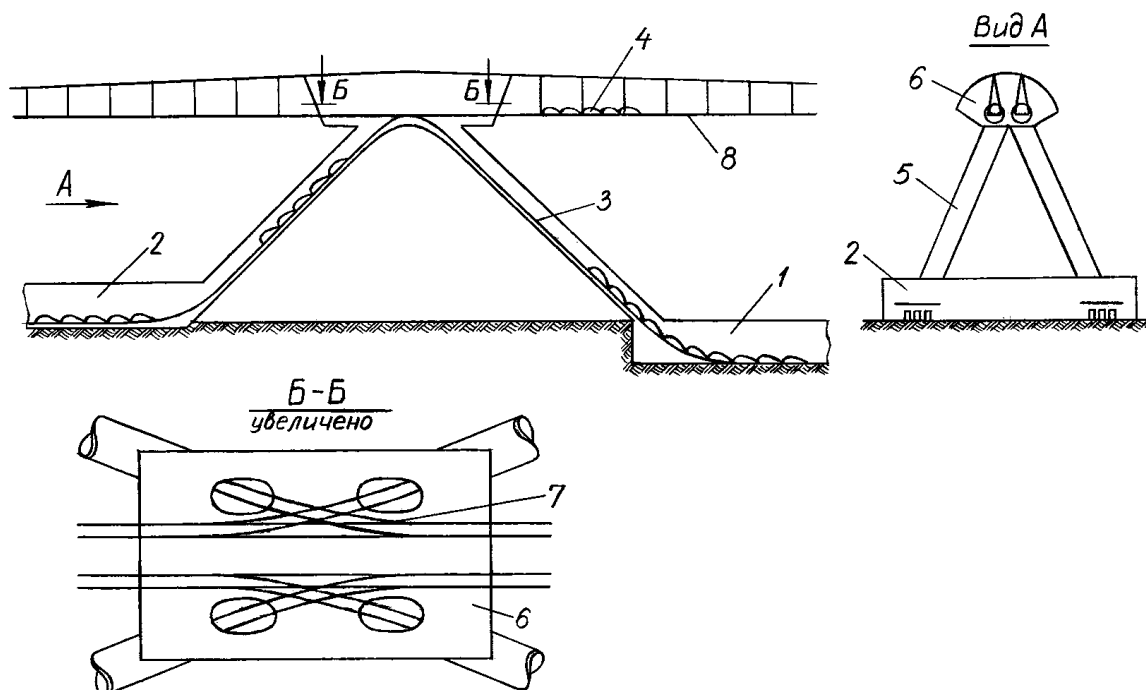


Рис. 13. Станция СТС:

1 – подземный пассажирский зал; 2 – надземный пассажирский зал; 3 – подъёмник; 4 – подвижной состав из экипажей; 5 – опоры; 6 – машинный зал; 7 – стрелочный перевод; 8 – путевая структура СТС.

7. Организация движения пассажиров

7.1. Посадка и высадка пассажиров

Посадку и высадку пассажиров поясним на примере кольцевой станции (рис. 12). Войдя в зал станции (в качестве примера возьмем станцию "66-ю", см. рис. 1) пассажир обращает внимание на светящиеся табло, которые сопровождают каждый экипаж (табло находятся на экипаже, либо на стене зала в виде движущейся строки), на которых высвечивается название станции назначения, например, "37с" (либо ближайшей к ней станции "36с", "35с" - тогда на этих станциях будет сделана примерно трехминутная остановка). Не найдя нужной станции назначения пассажир может сесть в свободный экипаж и нажать кнопку "37с" на пульте управления (внутри экипажа). При скорости движения подвижного перрона 1м/с (и, соответственно, пристыкованного к нему экипажа) и диаметре кольцевого пути 50 метров у пассажиров будет 0,5...2 мин. времени на посадку. После закрывания салона (автоматически или вручную) переключением стрелочного перевода экипаж выводится на линию. Если по каким-либо причинам салон не был закрыт, либо в экипаж никто не сел, он возвращается на второй

круг. Аналогично осуществляется, только в обратной последовательности, высадка пассажиров на станции назначения. В общем виде эта схема напоминает схему получения багажа на кольцевых транспортерах современных аэропортов. На станциях, где высок пассажиропоток, каждая линия (прямая и обратная) размещена на разных уровнях (этажах) и имеет по два перрона (внутри кольцевого станционного пути и вне его).

7.2. Движение по линии

Экипаж разгоняется до расчетной скорости движения, например, 200 км/час и движется в общем транспортном потоке до центральной станции, где его скорость снижается до 50 км/час и автоматика переключает направление его движения на направление "Зс", где находится станция назначения. Затем снова экипаж разгоняется до расчетной скорости, а перед станцией назначения тормозится и переключением стрелки направляется в пассажирский зал. Для выполнения необходимых маневров при условии обеспечения полной безопасности движения (наличия времени, в течение которого транспортный поток может быть полностью остановлен), интервал между экипажами должен составлять 10...30 секунд. Поэтому выпускать одиночные экипажи на линию нецелесообразно. Желательно формировать подвижной состав из 5...10 экипажей, движущихся в нужном направлении (в данном случае на линию "Зс"). Подвижной состав будет формироваться как на станции посадки, так и путем присоединения к нему экипажей с промежуточных станций (спереди или сзади). Поэтому система управления будет не только выпускать экипаж на линию, но и регулировать нахождение подвижного состава на ней, согласовывая таким образом их "стыковку" во времени. Для этих целей некоторые станции на выпускающих участках могут иметь специальные накопители.

Экипажи в подвижном составе могут быть связаны друг с другом механически с помощью специальных стыковочных узлов, либо - посредством электронной "сцепки", двигаясь друг от друга на расстоянии 10...50 метров (аналогично автомобилям в транспортном потоке, где функцию электронной "сцепки" выполняет водитель каждого автомобиля). При необходимости, с целью повышения безопасности движения, например, в часы пик, транспортный поток возле каждой станции может тормозиться до 50 км/час (подобно тому, как транспортный поток тормозится сегодня в городах перед каждым перекрестком). Управление движением осуществляется с помощью линейных и центрального компьютеров, в

которые стекается информация о месте нахождения, скорости движения и станции назначения каждого экипажа. Современные программы управления позволяют эффективно формировать транспортный поток при обеспечении стопроцентной безопасности, так как в управлении транспортным потоком в СТС человек не участвует.

7.3. Пропускная способность

При формировании подвижного состава из пяти десятиместных экипажей, скорости движения 200 км/час, интервале движения составов 20 секунд, пропускная способность двухпутной линии в час пик составит 18 тысяч пассажиров в час, а всей транспортной системы СТС (14 двухпутных ветвей) - 252 тысячи пассажиров в час. При такой интенсивности движения за день (12 часов) будет перевозиться свыше 3 млн. человек. В перспективе имеется резерв повышения пропускной способности в несколько раз путем увеличения вместимости экипажей, наращивания количества путевых структур на каждой линии и строительства новых.

7.4. Время в пути

Время, необходимое для перемещения от одной станции к другой (табл.2), покажем на примере наиболее протяженного маршрута - от станции "66ю" до станции "37с" (см. рис. 1).

Таблица 2

Время, затрачиваемое пассажиром на дорогу

№ п/п	Наименование транспортного процесса	Время, мин.
1.	Ожидание экипажа	1
2.	Посадка пассажиров	0,5
3.	Ожидание поездки	2
4.	Включение экипажа в транспортный поток	1
5.	Разгон до скорости 200 км/час ($S_1 = 2$ км)	1
6.	Проезд до центральной станции ($S_2 = 10$ км)	3
7.	Проезд центральной станции	1
8.	Проезд до станции назначения ($S_3 = 10$ км)	3
9.	Торможение экипажа ($S_4 = 1$ км)	0,5
10.	Выведение экипажа из транспортного потока	1
11.	Высадка пассажиров	0,5
12.	Непредвиденные затраты времени	0,5
	Всего	15

Из таблицы следует, что время путешествия каждого пассажира даже по самому длинному маршруту составит 15 мин.

8. Безопасность

8.1. Безопасность на станциях

Безопасность обеспечивается за счет синхронизации скорости движения экипажа и подвижного перрона, например, путем их механического скрепления друг с другом. Электробезопасность обеспечивается за счет использования на станциях безопасного электрического напряжения (12 или 24 В), либо посредством задействования аккумуляторов экипажей, либо запиткой кольцевого рельсового пути электрическим током с вышеуказанным напряжением.

8.2. Электробезопасность транспортной линии

Электробезопасность обеспечивается невысоким электрическим напряжением, используемым на линии (в пределах 600 В), электроизоляцией токонесущей головки рельса от металлических элементов конструкции (путем использования опорных электроизоляторов и неэлектропроводных заполнителя и корпуса рельса - см. рис. 6 и 9), а также благодаря неэлектропроводному корпусу экипажа, изготовленному из композиционных материалов. Поэтому даже в результате схода экипажа с рельсового пути не произойдет короткого замыкания между головками рельсов.

8.3. Безопасность движения на линии

Безопасность движения обеспечивается безотказностью функционирования всех систем, задействованных в обеспечении штатного режима движения экипажей: программных средств управления, надежности электронных систем, линий связи и контрольно-измерительной аппаратуры, исполнительных механизмов стрелочных переводов и систем управления приводом и тормозной системой экипажей, надежностью механических элементов путевой структуры, опор СТС и т.п. О том, что может быть обеспечена стопроцентная безопасность указанных транспортных процессов свидетельствует история эксплуатации скоростных железных дорог в мире. Например, более чем за двадцатилетний период эксплуатации скоростных железных дорог в Японии, по которым перевезено около 5 млрд. пассажиров, не произошло ни одного крушения, приведшего к

человеческим жертвам. Поэтому пролет над Санкт-Петербургом самолетов и вертолетов представляет значительно большую угрозу, чем эксплуатация линий СТС, для которых многие отказы технических систем, в отличие от первых, не представляют особой опасности. К ним, в частности, относятся: отказ двигателя и систем подачи энергии, резкое изменение погодных условий, удар птицы в экипаж и т.п. А многие факторы, такие как отказ в выпуске шасси, наличие "воздушных ям" и десятков тонн горючего на борту и т.д. в СТС вовсе отсутствуют. Для обеспечения безопасности пассажиров в случае обесточивания рельсового пути, каждый экипаж имеет аккумуляторную батарею и аварийно-стартовый двигатель, который доставит экипаж на сниженной скорости до одной из станций.

8.4. Защита от падения элементов конструкции экипажей на город

Вероятность падения элементов конструкции экипажей СТС на город значительно ниже этой же опасности со стороны пролетающих самолетов и вертолетов в силу указанных выше причин. Кроме этого, путевая структура СТС может быть снабжена защитной сеткой, полностью исключающей падение на город экипажа или его фрагментов даже в случае крушения на линии.

8.5. Безопасность конструкции СТС

Наиболее напряженными в СТС являются тросовые и струнные элементы поддерживающей конструкции и рельсов. Поскольку они находятся в защитной антикоррозионной среде и защищены от внешних воздействий защитной оболочкой и механически прочным корпусом, срок их службы может составить сотни лет. Однако возможны преднамеренные или случайные повреждения этих систем, например, в результате падения самолета или террористического акта. Поскольку эти элементы рассредоточены в разных местах, удаленных друг от друга (изолированные друг от друга проволоки в струнах левого и правого рельсов, прямой и обратной линии, верхнего и нижнего поддерживающих тросов и др.), вероятность одновременного обрыва их во всех указанных элементах близка к нулю даже в случае глобальных катастроф, таких как землетрясение, цунами, военные действия и т.п. При частичном же обрыве несущих проволок, даже если их число составит 90%, не произойдет обрушения конструкций, чего, например, не скажешь о других типах строительных сооружений, таких как мосты, путепроводы и виадуки, современные каркасные здания и т.п.

9. Эстетическое восприятие

Большинство населения С.-Петербурга проводит свое активное время в замкнутом и тесном пространстве. Главные транспортные артерии (метро) проложены под землей. Из городского транспорта, в силу его эргономики, видны лишь проезжая часть улиц и тротуары. Практически основная часть населения, живя в таком прекрасном городе-музее, лишена возможности видеть архитектуру города во всей ее красе.

СТС даст человеку возможность наряду с комфортным решением основных функциональных проблем - быстрой доставкой пассажира в место назначения в любое время суток - решать эстетические функции. Большая площадь остекления, комфортные сидения, мягкий бархатный путь превратят обычную дорогу в наслаждение окружающей архитектурой с высоты птичьего полета. Эстетика ажурных конструкций пути, опор, и станций хорошо впишется в исторический стиль города и дополнит его вкраплениями современных архитектурных форм.

10. Техничко-экономические показатели

Техничко-экономические показатели путевой структуры однопутной СТС представлены в таблице 3, а стоимость транспортной системы, изображенной на рис.1, в таблице 4.

При определении стоимости конструкций использовались следующие укрупненные цены: металлоконструкции, в зависимости от сложности и марки используемой стали - 1500...2000 USD/т; железобетонные конструкции - 500 USD/куб.м.

В стоимость станций не закладывалась стоимость их архитектурного оформления, так как, в случае их функционального совмещения с гостиницами, торговыми центрами, спортивными комплексами и т.п. сооружениями, они будут окупаться за счет своей многофункциональности.

В таблице 5 приведены технико-экономические показатели, необходимые для расчета себестоимости проезда одного пассажира из одного конца города в другой. Она составит 0,15 USD/пасс.

Таблица 3

Технико-экономические показатели путей
структуры однопутной СТС протяженностью 1 км

Элемент конструкции	Материал	Расход материалов, т/км, для СТС типа			Стоимость конструкции, тыс. USD/км, для СТС типа		
		А	Б	В	А	Б	В
1.Рельс, всего		120	120	130	160	160	190
в том числе:							
1.1.Головка	сталь	21	21	21	42	42	42
1.2.Струна	стальная проволока	32	32	48	48	48	72
1.3.Защитная обо- лочка струны	полимер	2	2	3	8	8	12
1.4.Гидроизоляция	полимер	1	1	2	2	2	4
1.5.Корпус	композит	9	9	9	27	27	27
1.6.Заполнитель	композит	48	48	42	24	24	21
1.7.Прочее		7	7	5	9	9	12
2. Нижний поддержи- ва ющий трос, всего		180	180	-	340	340	-
в том числе:							
2.1.Струна	стальная проволока	126	126	-	252	252	-
2.2.Защитная обо- лочка струны	сталь	12	12	-	18	18	-
2.3.Антикоррозион- ный наполнитель	смазка	5	5	-	14	14	-
2.4.Корпус	сталь	32	32	-	48	48	-
2.5.Прочее		5	5	-	14	14	-
3. Верхний поддержи- ва ющий трос, всего		-	170	200	-	320	380
в том числе:							
3.1.Струна	стальная проволока	-	126	149	-	252	298
3.2.Защитная обо- лочка струны	полимер	-	3	9	-	8	23
3.3.Антикоррозион- ный наполнитель	смазка	-	5	7	-	8	11
3.4.Корпус	сталь	-	32	28	-	48	42
3.5.Прочее		-	4	7	-	4	6
4.Поддерживающая конструкция, всего	сталь	30	30	15	60	60	30
5.Защитная сетка, всего	сталь	15	15	30	25	25	45
6.Прочее		15	15	20	65	45	55
Итого:		360	530	380	650	950	700

Таблица 4

Стоимость транспортной системы СТС в городе Санкт-Петербург

Конструктивный элемент	Единица измерения	Стоимость единицы измерения, тыс. USD	Количество единиц измерения	Общая стоимость, млн. USD
1. Двухпутная путевая структура, всего	км	1450	110	160
в том числе:				
1.1. Тип А	км	1300	40	52
1.2. Тип Б	км	1900	10	19
1.3. Тип В	км	1400	60	84
1.4. Непредвиденные расходы	-	-	-	5
2. Поддерживающие опоры, всего	шт.	37,9	290	11
в том числе:				
2.1. Тип А	шт.	20	180	3,6
2.2. Тип Б	шт.	50	20	1,0
2.3. Тип В	шт.	50	20	1,0
2.4. Непредвиденные расходы	-	-	-	1
3. Станции, всего	шт.	1984	63	125
в том числе:				
3.1. Тип А	шт.	1500	24	36
3.2. Тип Б	шт.	1750	6	10,5
3.3. Тип В	шт.	2000	32	64
3.4. Центральная станция	шт.	10000	1	10
3.5. Непредвиденные расходы	-	-	-	4,5
4. Оборудование станций, всего	-	-	-	70
в том числе:				
4.1. Эскалаторы	шт.	200	150	30
4.2. Лифты	шт.	100	100	10
4.3. Кольцевой рельсовый путь	шт.	50	80	4
4.4. Стрелочные переводы	шт.	5	520	2,6
4.5. Подвижной перрон	шт.	100	80	8
4.6. Прочее оборудование	-	-	-	10
4.7. Непредвиденные расходы	-	-	-	5,4
5. Система управления движением	км	50	110	5,5
6. Система контроля	км	20	110	2,2
7. Система электрозапитки	км	50	110	5,5
8. Земляные работы	тыс. м ³	5	1500	7,5
9. Проектно-изыскательские работы	-	-	-	40
10. Стоимость отвода земли и подготовка её для строительства	-	-	-	10
11. Прочие расходы	-	-	-	13,3
Итого:				450

Таблица 5

Технико-экономические показатели транспортной системы СТС в городе Санкт-Петербург

Показатель	Величина
1. Характеристики транспортных линий	
1.1. Общая стоимость, млн. USD	450
1.2. Амортизационные отчисления, % (млн. USD/год)	5 (22,5)
1.3. Годовые эксплуатационные издержки и затраты по содержанию и текущему ремонту, % от стоимости (млн. USD)	5 (22,5)
1.4. Затраты на электроэнергию, млн. USD/год	4
1.5. Норма прибыли, % (млн. USD/год)	10 (45)
1.6. Пропускная способность, млн. пасс./сутки (млн.пасс./год):	
- одной двухпутной ветки	0,22 (80)
- всей транспортной системы	3,1 (1130)
2. Характеристики экипажа.	
2.1. Стоимость, тыс. USD/шт.	15
2.2. Вместимость, чел.	10
2.3. Амортизационные отчисления, %	10
2.4. Годовые эксплуатационные издержки, % от стоимости экипажа	10
2.5. Норма прибыли, %	10
3. Характеристики транспортной системы.	
3.1. Парк экипажей:	
- количество, шт.	10300
- общая стоимость, млн. USD	154,5
3.2. Коэффициент использования на линии	0,5
3.3. Резерв парка подвижного состава, %	20
3.4. Стоимость электроэнергии на питание экипажей, USD/пасс.-поездку (млн. USD/год)	0,02 (22,6)
3.5. Себестоимость проезда пассажира по линии из одного конца города в другой, USD/пасс.	0,15

11. Преимущества использования транспортной системы СТС в городе Санкт-Петербурге

А. Одновременно со строительством СТС в городе некоторые ее линии могут быть продлены до других городов Российской Федерации (в Москву, Новгород, Мурманск и т.п.). Поэтому пассажир, сев в экипаж возле своего дома, сможет, например, через 2 часа быть в центре Москвы, затратив на проезд менее 10 USD.

Б. При соответствующем исполнении путевая структура СТС может использоваться в качестве линий электропередач, для разводки электроэнергии по городу, общей мощностью свыше 100 тыс. кВт, что значительно снизит затраты на городские электрические сети.

В. С путевой структурой СТС могут быть легко совмещены проводные и оптико-волоконные линии связи, что снизит их стоимость в несколько раз.

Г. Размещение на путевой структуре СТС рекламы, в том числе светящейся, которая будет "парить" над городом, позволит дополнительно получить в бюджет города значительные поступления.

Литература:

1. Монография "Струнные транспортные системы: на Земле и в космосе"/А.Э.Юницкий.- Гомель, 1995. - 337с.:ил.